

PENGARUH PENCAMPURAN KARBON NANO TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN DROPLET MINYAK JARAK (*CRUDE JATROPHA OIL*)

Gugus Ilham Ramadhan^[1], Ena Marlina^[2], Nur Robbi^[3]

^{[1], [2], [3]} Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Malang

Jl. MT. Haryono 193 Malang 65144, Indonesia

gugusilham23@gmail.com

ena.marlina@unisma.ac.id

nurrobby@unisma.ac.id

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk dunia yang semakin pesat berdampak pada kebutuhan transportasi yang semakin meningkat. Hal ini berdampak pada bahan bakar fosil yang semakin menipis. Biodiesel menjadi solusi alternatif untuk bahan bakar terbarukan. Minyak jarak adalah minyak nabati yang paling tepat digunakan untuk biodiesel karena tidak termasuk dalam minyak makan (*edible oil*). Minyak jarak tidak bisa langsung digunakan sebagai bahan bakar karena mempunyai viskositas 10 kali lebih tinggi dibanding minyak solar. Pembuatan biodiesel dengan cara pencampuran minyak nabati dengan bio aditif lebih murah dari proses transesterifikasi dan emulsifikasi. Penelitian yang dilakukan mencampurkan bio aditif karbon nano dengan minyak jarak untuk mengetahui karakteristik pembakarannya. Variasi campuran yang digunakan 1 ppm dan 5 ppm. Metode penelitian menggunakan metode droplet yang panaskan heater. Hasil penelitian menunjukkan penambahan karbon nano pada minyak jarak berpengaruh pada karakteristik pembakaran yang meliputi temperatur dan nyala api. Minyak jarak yang ditambahkan karbon nano memiliki laju pembakaran yang lebih cepat. Nyala api meliputi diameter, lebar, tinggi api mengalami perubahan bentuk dibandingkan minyak jarak murni.

Kata kunci : *Biodiesel ; Minyak jarak ; karakteristik pembakaran*

PENDAHULUAN

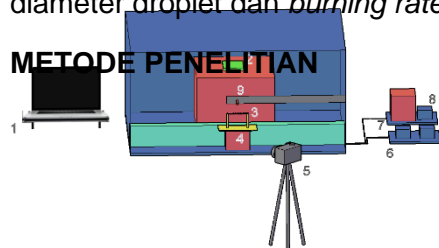
Perkembangan teknologi dunia saat ini sangat cepat, hal ini juga ditambah dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin pesat. Hal ini menyebabkan kebutuhan transportasi semakin meningkat. Negara berkembang memulai industrialisasi yang mengakibatkan permintaan minyak fosil meningkat^[1]. Minyak fosil adalah minyak yang berasal dari fosil hewan yang tertimbun di tanah berjuta-juta tahun, minyak ini jika terus dieksplorasi akan habis dan tidak dapat diperbaharui^[2].

Mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil perlu adanya pembaruan energi yang dilakukan, contohnya minyak yang berasal dari ekstraksi tumbuhan dan biji – bijian dan diolah menjadi bahan bakar nabati seperti biodiesel^[3]. Minyak nabati terdiri dari trigliserida yang terdiri dari tiga asam lemak yang dikombinasikan dengan gliserol. Setiap asam lemak memberikan pengaruh berbeda pada proses pengapian yang penting untuk dipelajari. Secara umum, asam lemak dikategorikan menjadi polar dan asam lemak nonpolar. Keuntungan menggunakan minyak nabati adalah dapat diperbarui kembali. Kerugian

dari menggunakan minyak nabati sangat tinggi viskositas dan tingkat penguapan yang rendah^[4].

Salah satu contoh minyak nabati yang potensi digunakan adalah minyak jarak, karena minyak jarak tidak di gunakan untuk minyak makan. Minyak jarak adalah salah satu minyak nabati yang memiliki trigliserida yang bercabang dan besar, hal ini menjadikan sebagai alternatif untuk biodiese^[5]. Minyak jarak di dominasi oleh asam lemak non polar sehingga dapat meningkatkan laju pembakaran^[6]. Minyak jarak tetapi tidak bisa digunakan untuk bahan bakar langsung perlu diolah lagi untuk menjadi biodiesel, karena viskositasnya 10 kali lebih besar dibandingkan minyak solar^[7]. Untuk mengurangi viskositas minyak dapat dilakukan proses transesterifikasi dan emulsifikasi, tetapi kedua proses tersebut membutuhkan biaya yang mahal. Proses *mixing* bisa menjadi alternatif yang murah untuk pembuatan biodiesel dengan mencampurkan bio aditif seperti karbon nano. Karbon yang berasal dari arang tempurung kelapa yang ukurannya diperkecil dengan proses *High Energy Milling* menjadikan ukuran kurang dari 74 μm (mesh 200)^[8].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pencampuran minyak jarak dengan karbon nano terhadap karakteristik pembakarannya dengan metode droplet. Karakteristik pembakarannya meliputi temperatur droplet, tinggi nyala api, lebar nyala api, diameter droplet dan *burning rate*.



Gambar 1. Instalasi Penelitian

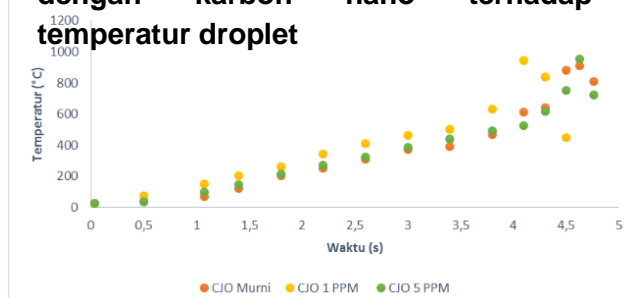
- | | |
|---------------------|-------------------|
| 1. Laptop | 6. Saklar |
| 2. Data logger | pemindah heater |
| 3. Heater | 7. Kabel |
| 4. Penyangga heater | 8. Saklar listrik |
| 5. Kamera | 9. Termokopel |

Gambar 1 menunjukkan skema instalasi penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan karbon nano pada karakteristik pembakaran minyak jarak. Variasi pencampuran yang dilakukan 1 ppm, 5 ppm dan minyak jarak murni. Metode yang digunakan menggunakan droplet yang di buat dengan alat pembentuk. Droplet digantung pada termokopel lalu dipanaskan oleh heater yang berjarak 3mm dari termokopel. Termokopel yang digunakan adalah tipe K dengan diameter 0,2 mm. Heater yang digunakan adalah kumparan listrik dalam bentuk kumparan logam dibuat dari Ni-Cr^[6].

Karakteristik pembakaran yang meliputi temperatur droplet diukur menggunakan termokopel yang terhubung ke data logger dan menggunakan excel untuk penampilan datanya. Nyala api meliputi diameter, tinggi dan lebar api di ambil menggunakan kamera Canon EOS 600D dengan pengaturan 60 fps. Pengamatan dilakukan dari mulai nyala api hingga api mati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh pencampuran minyak jarak dengan karbon nano terhadap temperatur droplet

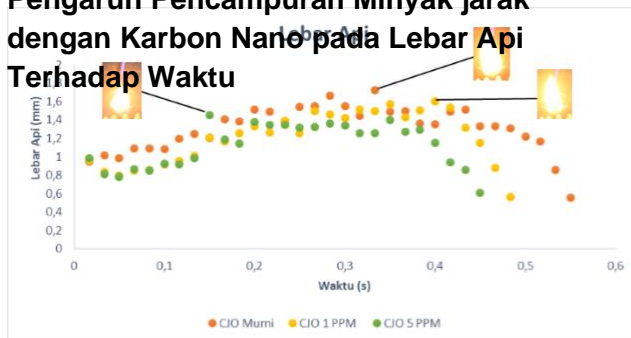


Gambar 2. Grafik pengaruh variasi presentasi campuran minyak jarak dengan karbon nano pada temperatur terhadap waktu

Grafik pada gambar 2 menunjukkan adanya pengaruh penambahan karbon nano pada variasi campuran minyak jarak saat terjadi pembakaran terhadap temperatur. Temperatur dihitung pada saat mulai nyala api sampai mati api. Hasil dari pembakaran mendapatkan temperatur tertinggi CJO 5 PPM dengan 956, 095°C kemudian CJO 1 PPM dengan 946,41°C dan CJO Murni 909,917°C.

Penambahan karbon nano pada minyak jarak memiliki pengaruh terhadap titik tertinggi temperatur dengan variasi campuran yang lebih banyak dapat berdampak pada temperatur droplet minyak jarak. Hal ini disebabkan oleh pencampuran titik didih yang berbeda sehingga titik didih yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan minyak jarak murni dan viskositas minyak turun. Semakin cepat terbakarnya bahan bakar menandakan bahan bakar yang dipakai memiliki efisiensi tinggi dan baik untuk digunakan. Jadi minyak jarak campuran karbon nano dengan presentasi 5 PPM memiliki temperatur maksimal lebih baik dari campuran 1 PPM dan minyak jarak murni.

Pengaruh Pencampuran Minyak jarak dengan Karbon Nano pada Lebar Api Terhadap Waktu

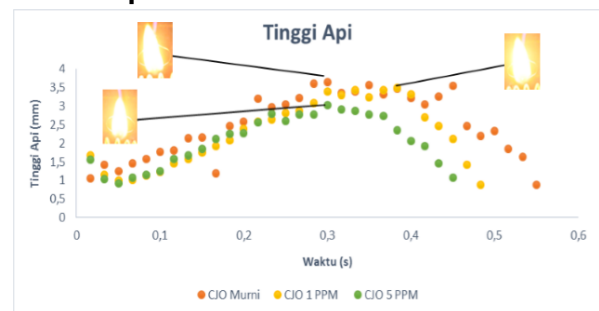


Gambar 3. Grafik pengaruh variasi presentasi campuran minyak jarak dengan karbon nano pada lebar terhadap waktu

Dari grafik gambar diatas menunjukkan perbandingan presentase campuran penambahan karbon nano terhadap lebar api minyak jarak. Dari hasil pengambilan data didapatkan minyak jarak murni dengan nilai lebar maksimal 1,727 mm lalu CJO 1 PPM 1,600 mm dan CJO 5 PPM 1,454 mm. Untuk minyak jarak campuran variasi 1 PPM paling stabil untuk lebar api dibandingkan minyak jarak campuran 5 PPM yang grafiknya fluktuatif.

Lebar nyala api dipengaruhi juga oleh diameter droplet. Semakin lebar nyala api menghasilkan dimensi api yang lebar juga. Saat droplet dari minyak dipanaskan dengan *heater*, uap dari hasil pembakaran tersebut akan bertambah banyak. Ukuran lebar nyala api berubah disebabkan oleh oksigen yang tertarik masuk kedalam api pada proses pembakaran.^[9]

Pengaruh Pencampuran Minyak jarak dengan Karbon Nano pada Tinggi Api Terhadap Waktu

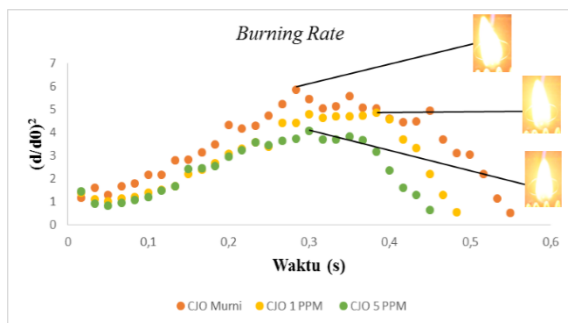


Gambar 4. Grafik pengaruh variasi presentasi campuran minyak jarak dengan karbon nano pada tinggi api terhadap waktu

Dari gambar grafik diatas menunjukkan tinggi api maksimal terlihat pada CJO murni dengan 3,654 mm kemudian CJO 1 PPM dengan 3,495 mm dan CJO 5 PPM 3,03 mm. Untuk grafik peningkatan tinggi api yang paling

konsisten adalah CJO murni hal ini disebabkan tidak adanya penambahan karbon nano terhadap minyak. CJO yang ditambahkan karbon nano mengalami sedikit *microexplosion*, hal ini mengakibatkan nyala api tidak stabil. *Microexplosion* dipengaruhi juga oleh gliserol, karena asam lemak yang terperangkap memiliki perbedaan titik didih. *Microexplosion* menyebabkan bentuk nyala api terpecah dan melebar sehingga penguapan terjadi lebih cepat. Hal ini juga menyebabkan pembakaran lebih sempurna karena bahan bakar campuran terjadi peningkatan kualitas [10]. Minyak jarak juga memiliki nilai *flash point* yang rendah sehingga penguapan terjadi lebih cepat. Pada gambar 4. bisa dilihat bahwa CJO murni membutuhkan waktu yang lebih lama untuk nyala api hingga mati dari pada CJO 1 PPM dan CJO 5 PPM.

Pengaruh Pencampuran Minyak jarak dengan Karbon Nano pada *Burning Rate*



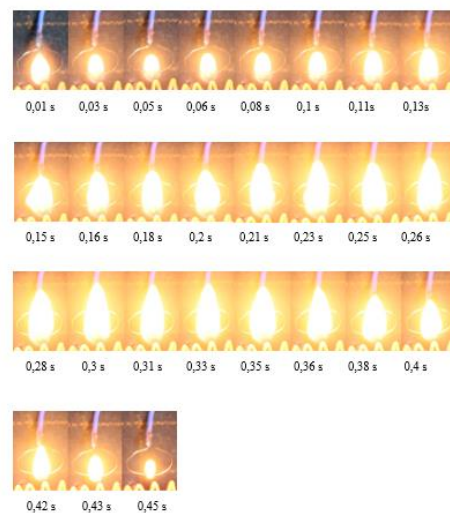
Gambar 5. Grafik pengaruh variasi presentasi campuran minyak jarak dengan karbon nano pada *burning rate*

Dari grafik gambar 5 diatas menunjukkan hasil dari pengujian pembakaran minyak jarak dengan karbon nano berbagai variasi. Didapatkan nilai tertinggi *burning rate* dari minyak jarak murni $5,88 \text{ mm/s}^2$ CJO 1 mendapatkan nilai $4,88 \text{ mm/s}^2$ dan CJO 5 mendapatkan nilai $4,06 \text{ mm/s}^2$. Pada CJO 5 PPM mengalami kenaikan nilai yang cukup stabil

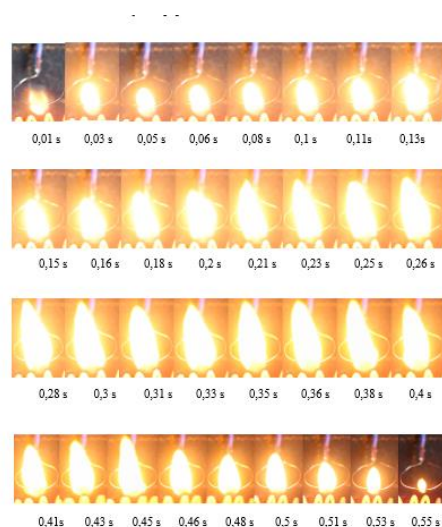
dibandingkan dengan CJO murni yang mengalami kenaikan tidak konstan. Frame CJO 5 PPM juga lebih sedikit dibandingkan dengan CJO 1 PPM dan CJO murni. Jadi CJO 5 PPM lebih cepat laju nyala apinya dibandingkan CJO 1 PPM dan CJO murni.

Penambahan karbon nano pada minyak jarak disini berdampak juga pada nilai *burning rate*, hal ini dikarenakan karbon nano sendiri memiliki sifat semi konduktor sehingga dapat menghantarkan panas dengan baik. Di dalam kandungan karbon nano terdapat serat oksida aluminium yang memiliki persamaan dengan serat karbon yang menjadikan karbon nano menjadi lebih cepat laju pembakarannya.

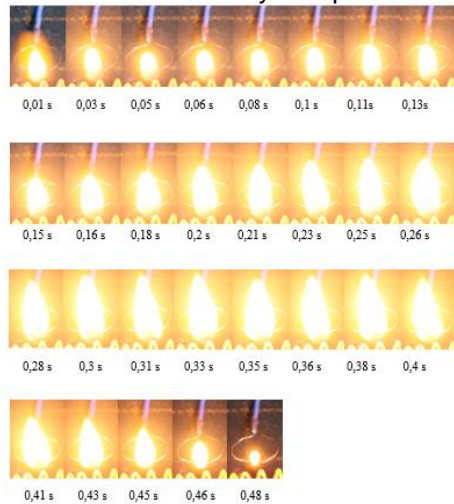
VISUALISASI NYALA API



Gambar 6. Visualisasi Nyala Api CJO Murni



Gambar 7. Visualisasi Nyala Api CJO 1 PPM



Gambar 8. Visualisasi Nyala Api CJO 5 PPM

Gambar 6,7,dan 8 menunjukkan visualisasi nyala api pada masing masing variasi campuran minyak jaran dengan karbon nano. Pada gambar juga menunjukkan pengaruh penambahan karbon nano pada minyak jarak berdampak pada kecepatan pembakaran. Minyak jarak tanpa campuran karbon nano memiliki kecepatan waktu 0,016s – 0,55s, pada CJO 1 PPM 0,016s – 0,483s dan pada CJO 5 PPM 0,016s - 0,45s.

Semakin besar lebar droplet maka jumlah frame yang terbentuk semakin banyak. Frame yang banyak juga menunjukkan semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk bahan bakar habis Penambahan karbon nano pada minyak jarak mempercepat pembakaran karena sifat dari karbon nano sendiri yang semi konduktor. Minyak jarak murni memiliki lebar dan tinggi yang lebih dari pada CJO 1 PPM dan CJO 5 PPM, hal ini menyebabkan CJO murni lebih lama laju pembakarannya dari pada CJO 1 PPM dan CJO 5 PPM.

KESIMPULAN

1. Penambahan karbon nano mempengaruhi karakteristik minyak jarak seperti temperatur. Minyak jarak yang di campur dengan karbon nano memiliki titik temperatur tinggi. Minyak jarak dengan campuran karbon nano 5 PPM memiliki titik temperatur tertinggi dikarenakan sifat dari karbon nano yang semi konduktor. Sehingga semakin banyak campuran karbon nano pada minyak jarak maka akan semakin tinggi temperatur yang dihasilkan.

2. Penambahan karbon nano pada minyak jarak mempengaruhi ukuran api yang meliputi diameter, lebar dan tinggi nyala api. Semakin besar diameter droplet maka semakin lebar pula dimensi api yang dihasilkan. Minyak jarak murni mempunyai diameter, lebih lebar dan tinggi dibandingkan CJO 1 PPM dan CJO 5 PPM. Hal ini disebabkan oleh kandungan glicerol yang lebih tinggi dari asam lemak, sehingga membutuhkan waktu yang lebih panjang untuk melakukan proses pembakaran. CJO 1 PPM dan CJO 5 PPM memiliki lebar dan tinggi nyala yang lebih kecil dibandingkan CJO murni sehingga lebih cepat terbakar dibandingkan CJO murni.

3. Karbon nano mempengaruhi *burning rate* pada minyak jarak yang ditambahkan. Pada CJO 5 PPM lebih cepat laju pembakarannya dibanding CJO 1 PPM dan CJO murni. Hal ini disebabkan di dalam kandungan karbon nano terdapat serat oksida aluminium yang memiliki persamaan dengan serat karbon yang menjadikan karbon nano menjadi lebih cepat laju pembakarannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Havendri, "Kaji eksperimental presentasi dan emisi gas buang motor bakar diesel menggunakan variasi campuran bahan bakar biodiesel minyak jarak (*jatropha curcas* L) dengan soilar," *J. Tek.*, vol. 1, no. 29, pp. 1–8, 2008.
- [2] L. Widyastuti, "Reaksi Transesterifikasi Minyak Biji Jarak Pagar Menjadi Metil Ester Sebagai Bahan Bakar Pengganti Minyak Diesel Dengan Menggunakan Katalis Koh," 2007.
- [3] P. Prosentase *et al.*, "Pengaruh prosentase penambahan minyak kayu putih terhadap karakteristik pembakaran droplet pada minyak jarak sebagai bahan bakar biodiesel," 2018.
- [4] E. Marlina, W. Wijayanti, L. Yulianti, and I. N. G. Wardana, "The role of pole and molecular geometry of fatty acids in vegetable oils droplet on ignition and boiling characteristics," *Renew. Energy*, vol. 145, pp. 596–603, 2020.
- [5] I. N. G. Wardana, "Combustion characteristics of *jatropha* oil droplet at various oil temperatures," *Fuel*, vol. 89, no. 3, pp. 659–664, 2010.
- [6] E. Marlina, I. N. G. Wardana, L. Yulianti, and W. Wijayanti, "The effect of fatty acid polarity on the combustion characteristics of vegetable oils droplets," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 494, no. 1, pp. 0–7, 2019.
- [7] W. Najibullah, H. A. Wahab, and E. Marlina, "Pengaruh penambahan bahan bakar minyak jarak (,"
- [8] I. G. Ketut Puja, I. N. G. Wardana, Y. S. Irawan, and M. A. Choiron, "The role of *Carica papaya* latex and aluminum oxide on the formation of carbon nanofibre made of coconut shell," *Adv. Nat. Sci. Nanosci. Nanotechnol.*, vol. 9, no. 3, 2018.
- [9] A. A. Rosyadi, "PENGARUH MICROEXPLOSION TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BAHAN BAKAR MINYAK JARAK PAGAR (*JATHROPA CURCAS* L .) PADA BERBAGAI DIAMETER DROPLET Insights to develop alternative energy sources comes as the depletion of fossil fuel reserves . One is the use ,," vol. 6, no. 2006, pp. 1–10, 2013.
- [10] R. Dewi, I. N. G. Wardana, and N. Hamidi, "Pengaruh Daya Penyinaran Gelombang Mikro Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Minyak Jarak Pagar," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 305–316, 2012.